

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 18120051301673

UDC \_\_\_\_\_

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

WEB-EDA 平台上的工具集成与 IC 项目管理技术研究

Researchs of EDA Tools Integration and IC Project

Management on WEB-EDA Platform

陈 怡

指导教师姓名: 郭东辉 教授

专 业 名 称: 无 线 电 物 理

论文提交日期: 2008 年 5 月

论文答辩日期: 2008 年 5 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2008 年 5 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在          年解密后适用本授权书。

2、不保密（    ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期：      年    月    日

导师签名：

日期：      年    月    日

## 摘 要

WEB-EDA 平台是 IC 设计领域中重要的服务支撑形式,它通过提供一个 EDA 工具与资源的集成、管理和共享环境,来缓解 IC 设计企业在设计工具、知识产权、制造工艺模块等方面受到的制约。随着 EDA 平台服务趋于网络化,如何集成异构的系统与数据、通过对资源和流程的有效管理,为用户提供更为方便安全的远程服务,已成为 WEB-EDA 研究的关键问题。

针对以上问题,本论文对 EDA 工具的集成与共享、IC 项目自动化管理、IP 资源库的建设等方面进行了研究,主要工作包括:在实现远程控制的基础上构建一个可兼容异构系统的 EDA 工具调用接口,设计用户的工具权限分配和设计环境管理流程,实现基于 WEB 的工具集成与调用;从 IC 设计行业的特点出发,建立一种能够准确描述芯片结构和参数特征的数据库模型,设计项目分工、需求定义与自动化验证的流程等,得到了一个基于 WEB 的 IC 项目管理方案;根据 IP 核的功能特征、分类标准与描述语言等属性,建立了 IP 资源库,初步实现 IP 核的管理和共享。

本论文的创新之处在于采用了 Shell 模式与 Desktop 模式相结合的方式传输文本信息和多媒体信息,解决了工具的远程启动和图形界面传输问题,并且将其与 RBAC 访问机制相结合,得到一种相对简单方便又有一定安全保障的远程控制模式。此外,本文提出一种适用于 IC 项目流程的管理方案,并且结合 PSPICE 工具设计了一种自动化仿真和验证流程,实现了初步的质量控制。文章提出的设计方案和实现结果具有较强的创新性和实用性。

**关键词:** WEB-EDA; 远程控制; IC 项目管理

## ABSTRACT

WEB-EDA platform works as an important support to IC design. It provides an environment in integrating, managing and sharing EDA tools and resources, so as to alleviate the constraints which IC design enterprises suffered in design tools, intellectual property and manufacturing modules. When the services that are provided on WEB-EDA become increasingly network-based, people found that how to achieve remote control between the heterogeneous systems, how to integrate and manage the data and resources on them have become the critical issues in this area.

In view of the issues above, this thesis focuses on integration and share of EDA tools, IC project management and IP resource library construction. The thesis implemented a remote control method, used it to construct an interface for EDA tools on heterogeneous systems, designed a tool assignment methodology, and then excavated a web-based IC project management solution by an appropriate database module which can specify the chip by constructions and parameters, and the work flows about IC design, assignment and checkage. It also built an IP library and initially achieved IP management in terms of functions, classification standards, languages and etc.

The innovations in this paper are as follows: We transmitted the text and multimedia messages in an integrated mode which syncretized Shell and Desktop, thus the EDA tools can be started from the remote and the graphical interfaces can be delivered. We combined it with the Role Based Access Control method and got a relatively convenient and secure way of remote control. We also proposed an IC project management solution, developed an automatic simulation and checkage flow which applied to PSPICE, and achieve the initial quality control. The approaches and the results presented in this thesis are innovative and practical.

**Key Words:** WEB-EDA; Remote Control; IC Project Management

# 目 录

第一章 绪论 .....	1
1.1 IC 产业的现状 .....	1
1.2 EDA 技术服务平台 .....	2
1.3 关键技术及其研究进展 .....	3
1.4 本文的研究重点与章节安排 .....	6
第二章 WEB-EDA 技术平台 .....	8
2.1 总体设计介绍 .....	8
2.2 主要功能与特点 .....	9
2.3 主要技术原理 .....	11
2.4 本章小结 .....	14
第三章 EDA 工具集成与共享设计 .....	15
3.1 EDA 工具与环境 .....	15
3.2 EDA 工具管理与授权 .....	16
3.3 EDA 工具的远程调用 .....	20
3.4 本章小结 .....	21
第四章 自动化 IC 项目管理方案设计 .....	23
4.1 IC 项目过程与管理需求 .....	23
4.2 项目结构与设计要求定义 .....	24
4.3 进度管理与协作控制 .....	26
4.4 仿真验证与结果分析 .....	28
4.5 相关数据库表结构设计 .....	36
4.6 本章小结 .....	41
第五章 IP 资源库设计与安全共享 .....	42
5.1 IP 资源库需求分析 .....	42
5.2 IP 资源结构与权限设计 .....	42
5.3 相关数据库表结构设计 .....	44

5.4 本章小结 .....	45
第六章 实现与结果 .....	46
6.1 工具集成的实现 .....	46
6.2 自动化 IC 管理与验证实现 .....	55
6.3 IP 资源库建设与共享的实现 .....	59
6.4 整体操作流程与效果 .....	61
6.5 本章小结 .....	72
第七章 工作总结与今后的研究方向 .....	73
7.1 本论文的工作与创新点 .....	73
7.2 今后的研究方向 .....	73
参考文献 .....	75
附录 WEB-EDA 使用说明 .....	78
致 谢 .....	97

## CONTENTS

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1 Status of IC Industry .....	1
1.2 EDA Technical Services Platform.....	2
1.3 Key Technologies and Progress.....	3
1.4 Synopsis of Our Works and The Arrangement of The Thesis .....	6
<b>2. WEB-EDA Technical Platform .....</b>	<b>8</b>
2.1 Holistic Design.....	8
2.2 Main Functions and Characteristics .....	9
2.3 Main Technic Principle.....	11
2.4 Conclusion .....	14
<b>3. EDA TOOLS INTEGRATION AND SHARE .....</b>	<b>15</b>
3.1 EDA Tools and The Environment.....	15
3.2 Management and Assignmentm of EDA Tools .....	16
3.3 Remote Control of EDA Tools.....	20
3.4 Conclusion .....	21
<b>4. DESIGN OF AUTOMATIC IC PROJECT MANAGEMENT .....</b>	<b>23</b>
4.1 Process of IC Project and The Management Requirements .....	23
4.2 Project Structure and The Definition of Design Requirements.....	24
4.3 Progress Management and Team-Work Harmonization .....	26
4.4 Simulation and Result Analysis .....	28
4.5 Structure of Related Database Table.....	36
4.6 Conclusion .....	41
<b>5. IP RESOURCE LIBRARY DESIGN.....</b>	<b>42</b>
5.1 Requirements Analysis of IP Library.....	42
5.2 IP Structure and Usage Authority .....	42
5.3 Structure of Related Database Table.....	44
5.4 Conclusion .....	45



<b>6. IMPLEMENTATION AND RESULTS .....</b>	<b>46</b>
6.1 Implementation of Tools Integration.....	46
6.2 Implementation of Automatic IC Project Management.....	55
6.3 Implementation of IP Library and Resource Sharing.....	59
6.4 Holistic Operation Flow and The Effects.....	61
6.5 Conclusion .....	72
<b>7. SUMMARY AND FUTURE WORK .....</b>	<b>73</b>
7.1 Summary of The Work nad Innovations .....	73
7.2 Future Work .....	73
<b>REFERENCES.....</b>	<b>75</b>
<b>ADDENDA WEB-EDA USER GUIDE.....</b>	<b>78</b>
<b>ACKNOWLEDGEMENT .....</b>	<b>97</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 IC 产业的现状

21 世纪以来,随着电子设计自动化 EDA (Electronic Design Automation)<sup>[1]</sup>技术的广泛应用,电子产品的开发效率进一步提高。全球以集成电路(IC)为核心的电子信息产业发展迅速,中国的集成电路产业也得到快速发展,涌现出大批的 IC 设计企业。

然而,由于我国 IC 起步较晚,国内尤其是大陆技术成熟的 IC 厂商还十分有限,大部分处在初创期的中小型 IC 设计企业自主设计能力相对弱小。与英、美、韩等国和台湾地区相比,国内大陆的集成电路产业整体水平不高,存在着产业规模小、设计创新能力弱、行业标准不统一、支撑服务发展滞后等不足<sup>[2]</sup>。对于大部分中小型 IC 设计企业而言,其发展主要存在着以下困难:

1、工具软件成本高。一个芯片的完整开发流程通常要使用到多种 EDA 工具,而 EDA 软件通常价格高昂,对运行环境要求也比较高,并且需要专业人员进行系统维护。工具成本的投入成为还处在初创和成长期的中小 IC 设计企业的沉重负担<sup>[3]</sup>。

2、管理难度增加。在大规模 IC 设计或者系统芯片 SOC (System On Chip) 设计过程中,由于门数和复杂度都大幅增加,为了缩短周期,一般采用划分模块的方法,由多人协作设计完成。但分工的不断细化和工艺的复杂化使得整个 IC 项目的管理和控制变得困难,容易出现重复返工的现象而使设计周期延长,不能满足越来越短的上市时间需求<sup>[4]</sup>。

3、IP 核 (Intellectual Property) 验证与交易困难,利用率低。虽然可复用 IP 核在 SOC 设计中的作用越来越重要,但我国对 IP 核标准的研究和制定仍比较薄弱。验证测试风险大、费用高,制约了 IP 核 的流通和销售,即使是那些有通过验证的成果,也可能因为市场和信息渠道狭窄而销售困难。

针对这些困难,国家政府出台了一系列政策鼓励和扶植 IC 设计产业<sup>[3]</sup>,其中一项重要的措施是成立集成电路产业基地,构建相应的 IC 公共服务平台。而 EDA 技术服务平台就是 IC 公共服务平台的主要应用形式之一,它主要是针对当前的产

业现状和 IC 设计企业发展的瓶颈问题提供解决方案, 缓解 IC 设计企业在设计工具、核心硅 IP、制造工艺模块等资源技术上受到的制约。随着 IC 产业链的完善, EDA 平台的作用日益突出, 成为大部分中小型 IC 设计企业的一种重要支撑服务形式。

## 1.2 EDA 技术服务平台

### 1.2.1 EDA 平台概述

EDA 技术服务平台实际上就是一种面向集成电路产业上的 ASP (Application Service Provider)<sup>[5]</sup>应用, 它将企业需要的 EDA 工具软件和数据资料存储在统一的数据中心, 通过一定的访问机制提供给用户使用, 并对用户的设计流程提供技术支持和优化管理。因此, 企业不需要购买昂贵的 EDA 工具, 而是可以更专注于 IC 设计本身, 只需支付少量成本就可使用这些软件和数据进行自身的设计开发和管理, 并获得 ASP 专业人士的方案指导和技术支持。

我国政府先后在 7 个国家产业化基地建立了相应的 EDA 技术与服务平台, 提供电路设计环境的软/硬件及测试、多项目晶圆 MPW 流片 (Multiple PW)<sup>[6]</sup>等方面的服务。大部分 EDA 平台融合有“孵化器”、“技术平台”、“人才培养”等功能, 在面向 IC 设计企业服务的同时, 与高校、EDA 公司合作建立 IC 设计、测试、验证、IP 核交易等实验室和中心<sup>[7-9]</sup>, 形成了“产学研”性质的联盟。

### 1.2.2 现有的 EDA 平台介绍与分析

目前, 国内的 EDA 技术与服务平台主要分布在长三角地区、京津环渤海地区、珠三角地区、以及中西部地区。技术较为成熟的有国家集成电路 EDA 平台<sup>[10]</sup>、上海集成电路开放平台<sup>[11]</sup>、珠海南方集成电路设计服务中心<sup>[12]</sup>、清华大学电子设计自动化平台<sup>[13]</sup>、宁波中科集成电路设计平台<sup>[14]</sup>、厦门 IC 设计公共服务平台<sup>[15]</sup>、广州集成电路设计服务系统<sup>[16]</sup>等。

从功能上看, 这些 EDA 平台上安装有当前所有主流 EDA 软件和测试工具, 并配备有相应的设计环境, 以租用的方式提供给企业使用; 同时具有 IP 资源库, 涵盖嵌入式 CPU、DSP 类模拟及 RF 等常用电路的 IP 核收集与管理, 以自由下载

或授权使用的方式提供给用户使用，并支持基于 IP 核的 SOC 开发；大部分平台还在工艺、材料、技术上为 IC 设计企业提供验证、测试以及 MPW 等服务，国家集成电路 EDA 平台还可进行 IP 核规范化验证。

从资源的使用和访问方式上看，平台的使用可分为企业进驻和网络访问两种方式。其中，企业进驻是目前的主要访问方式。企业需要经过申请、洽谈、签署合同、缴纳费用、入驻设计室的过程，才可获得芯片开发所需的软硬件环境。而网络访问方式的使用还处于起步阶段，大部分 EDA 平台的网络访问方式只是用于提供 IP 核、开源设计数据等资源的搜索和下载，或简单地处理企业入驻之前的申请和审核等事项，完全基于 WEB 的 EDA 平台还很少见。

与企业入驻方式相比较，网络访问方式由于不存在空间环境有限而造成的对可承载企业数量的制约，并且在用户调用 EDA 平台上的工具时不受地域的限制，因此基于网络访问方式的 WEB-EDA 平台开始受到越来越多关注，一些 EDA 平台开始探索更为全面的网络访问机制，EDA 软件的使用也开始走向 SAAS (Software As A Service) “软件即服务”<sup>[17]</sup>的模式。

由于 WEB-EDA 平台是一个复杂系统，包括 WEB 服务器、文件管理系统、工具服务器、数据库、应用服务器与用户终端等部分，需要协调运作形成一个完整的体系。这其中涉及到许多技术的运用，最为关键的技术有：远程控制、异构系统与数据的集成、资源与流程的管理、IP 库建设与规范化等。

## 1.3 关键技术及其研究进展

### 1.3.1 远程控制技术

远程控制技术主要应用于 EDA 平台的两类网络访问：信息查询和工具使用。在信息查询方面，用户通过 WEB 访问线上的资源或者申请注册、等待服务端的审核与响应时，需要将用户的请求发送到应用服务器，根据请求查询和读写数据库并且返回操作结果；在工具使用方面，当用户远程使用平台上的 EDA 软件或者测试工具时，则需要根据用户信息检查授权许可，发送请求并启动和运行工具，其间还包括对用户行为的检测和记录等。远程控制的实现方式主要分为 Shell 命令行方式和 Desktop 桌面方式<sup>[18]</sup>两种。

Shell 方式适用于传送文本信息。服务端和客户端之间通过一套统一的传输协议,使用命令行的方式进行交互,对信息进行封包、解包和加密、解密等操作,采用方式有 Telnet 协议<sup>[19]</sup>、Samba<sup>[20]</sup>等。Telnet 为远程系统提供网络虚拟终端,允许用户登录到服务器并进行相应操作,是目前相对成熟的远程控制方案,被很多无界面的远程控制工具所采用。Samba 则主要解决异构网络的档案服务,它可以屏蔽底层不同的传输协议,使用统一的接口远程通讯,目前被应用于越来越多的商业服务器。

Desktop 方式是一种基于系统图形模式的远程控制技术,它将远程主机桌面、应用程序界面上的图像、音频和文本信息完全地显示到客户端,使用户能够直观的对服务端进行操作。其代表性软件有 VNC<sup>[21]</sup>, PCAnyWhere<sup>[22]</sup>、Citrix MetaFrame<sup>[23]</sup>等,采用的协议包括 X11<sup>[24]</sup>, RDP (Remote Desktop Protocol)<sup>[25]</sup>等。其中,X11 协议以位图显示的方式在 Unix 和类 Unix 操作系统上建立图形用户界面,被广泛应用于 Unix、Linux 等的开源操作系统上的远程控制;而 RDP 则是微软所制定的远程桌面协议,目前主要应用于 WindowsNT/2000/2003 等操作系统的终端服务和远程桌面。

总的来说,远程控制能够解决异构/异地系统之间文本、图像、声音等信息的传输和存储需求,并且具有获取重要信息的效率高、便于操作和维护的优势,因此被越来越多的应用于各类网络服务系统。但它也带来了一定的安全问题,例如伪装登录、传输信息被第三方窃取等,因此使用远程控制通常需要和数据加密、CA (Cirtification Athoration) 认证等技术结合应用,使具体的交互过程变得较为复杂,因此大部分 IC 设计服务平台在设计和测试软件的使用方面仍然以企业进驻为主,网络访问的方式还处在起步阶段。

### 1.3.2 异构系统中资源与软件的集成

EDA 平台的系统异构主要表现在工具服务器、网络服务器、数据库等各部分的运行环境的多样化,服务端环境包括 Linux、Unix、Windows Server NT/2000/2003 等,而客户端主要是 Windows 系列操作系统。这些系统上所安装的 EDA 软件和测试工具也不尽相同,读写的文件格式、存储模式也有差异。要在异构系统的服务器群上统一管理工具软件、用户档案以及设计数据等,就需要解决系统和 EDA 工

具软件的集成问题。

在系统集成方面广泛采用的方法有 NIS<sup>[26]</sup>, NFS<sup>[27]</sup>等。这两项技术在集中管理用户信息、构建网络文件系统方面已经得到逐渐成熟的应用, 本文在此不加赘述。在 EDA 软件工具集成方面, 重点在于不同工具产生的文件格式转换和工具调用接口的统一。对于文件格式转换, 希望构造一个中间件来实现不同工具之间的器件库、网表、PCB 以及版图的转换。这类方法在实现 Protel 和 ViewLogic 工具的功能集成<sup>[28]</sup>, Cadence、Mentor 和 PSPICE 工具的格式转换<sup>[29]</sup>等方面都有一定的进展, 但还处于实验阶段, 未及推广。对于工具调用统一接口研究甚少。由于用户在设计过程中通常要用到多种 EDA 工具, 进行多项验证, 仍然需要反复登陆工具库服务器和转换文件格式, 造成工具的使用十分不便, 也使远程控制变得复杂。因此制定统一的标准, 实现异构工具之间的集成仍然是现在迫切需要解决的问题之一。

### 1.3.3 资源和流程管理

随着芯片规模不断增大和设计分工的不断细化, 项目管理的复杂度不断加大, 合理的协作流程和项目管理方案对缩短设计周期、改进芯片质量的作用日益明显。EDA 技术平台在向 IC 企业提供 EDA 工具、IP 核、产业信息等资源的同时, 还需要为企业的设计流程和管理提供技术支持。然而, 目前能够以网络平台为载体向用户提供在线 IC 设计管理功能的平台或软件还很少, 大部分是采用咨询顾问、技术支援的方式, 仅适用于进驻的企业, 对于远程访问的企业则无能为力。一些大型 EDA 公司虽然也有针对 SOC/IC 设计分组协作问题推出一些管理软件, 如 Cadence 公司的 Team Design Manager<sup>[30]</sup>等, 对多人设计环境下器件库综合、版本更新和进度管理等方面提供了较好的解决方案, 但对于 IC 项目中最为关键的验证环节, 仍然只能依靠设计人员自己进行不断仿真和检查, 且这些软件仅适用于本地运行, 无法实现异地和异构系统上的管理功能。也有一些公司提供了可在线使用的仿真测试工具<sup>[31]</sup>, 但只是对验证环节提供了网络化支持, 缺乏对整个流程的统一管理。

### 1.3.4 IP 库的建设与 IP 规范化

IP 核做为预先设计好的电路模块, 如果很好地加以重复利用, 则可以减小整

机和 SOC 的设计成本、减少工作量，加快开发速度、提高系统的可测试度和集成度。大多数 EDA 平台，例如国家集成电路 EDA 平台、上海集成电路开放平台、珠海南方集成电路设计服务中心等，都建设有 IP 资源库，并开始提供初步的 IP 核自由下载或授权使用服务。

然而，由于 IP 核存在多样性，不同厂商的 IP 核集成在同一个系统中常带来许多整合问题，因此需要有统一的标准来支持 IP 核的使用、质量评估、建库以及交易<sup>[32]</sup>。国际上的 IP/SOC 行业组织如 VSIA、VCX、D&R、OCP-IP 等<sup>[33]</sup>，一直在积极进行 IP 标准化工作。例如 VSIA 发布的 VCI 规范<sup>[34]</sup>、OCP-IP 组织推出的 OCP 接口规范<sup>[35]</sup>等。我国也在 2002 年成立“信息产业部集成电路 IP 标准工作组（IPCG）”，积极参与 IP 标准的制定。

虽然 IP 标准化已取得一定进展，但大多数还处于试行阶段。而且由于大型 EDA 公司仍然使用自己的内部标准，IP/SOC 行业组织推出的标准很难在这些公司内部推广，因此确立一个能被业界普遍接受和认可的标准仍需要时间。如何建立功能全面的 IP 资源库，并推进 IP 规范化和标准制定也成为 EDA 平台的关键技术之一。

## 1.4 本文的研究重点与章节安排

本论文的工作目的是探索 WEB-EDA 平台上对工具和资源远程访问和管理机制，在实现用户远程调用 EDA 工具的同时考虑相应的权限控制和安全问题，并且在此基础上探索一种符合 IC 设计规律的流程管理和验证机制，实现可远程控制的 IC 项目管理方案。本文的工作围绕以下的问题展开：

- 1、实现用户操作的远程控制，包括客户端和服务器之间信息传送、命令执行等。并且结合 WEB 服务上基于角色的访问控制（RBAC）<sup>[36]</sup>机制相结合，得到一种实现相对简单，操作较为方便又有一定安全保障的远程控制模式。
- 2、利用远程控制技术构建一个可兼容异构系统和工具的中间接口，实现在基于 WEB 的多个 EDA 工具的调用集成，解决用户的工具权限分配、设计环境管理、工具服务器软件界面到用户 WEB 界面的映射等问题。
- 3、结合 IC 行业特点和一般项目管理思想，研究一种适用于一般芯片设计流程的管理方案，研究的内容包括设计一种能够准确描述芯片结构和参数特征的数据库模型，实现项目分工和需求定义；建立电路模块状态机和协作消息机制；结合常

用 EDA 工具，实现对设计结果的远程仿真和验证。

4、分析了 IP 核的功能特征、分类标准与描述语言等属性，建立 IP 资源库，并将基于 RBAC 的角色控制应用到 IP 核的存储与使用中，初步实现 IP 资源的管理和共享，为今后的 IP 核自动验证和标准化工作奠定了基础。

在后续的章节中，我们对工作内容作以下安排：第二章阐述 WEB-EDA 平台的整体架构和主要功能，引出整个体系中本论文所涉及的技术原理。然后，在第三章详细介绍了 EDA 工具集成调用的设计思想；在第四章阐述了 IC 项目管理的流程和数据库设计，并结合一款常用 EDA 工具 PSPICE<sup>[37]</sup>，提出了一种项目的自动化仿真和验证过程；第五章介绍了 IP 库的管理与使用设计；然后在第六章给出了这些工作在 WEB-EDA 的具体实现过程和操作结果。最后，在第七章对本文的全部工作进行了总结，并展望今后的研究方向。



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库